

## енергетика

УДК 697.34

**Андреев Сергей Юрьевич**, канд. техн. наук, проф., генеральный директор

КП «Харьковские тепловые сети», г. Харьков, Украина

**Федоров Александр Павлович**, канд. техн. наук, начальник Орджоникидзевского филиала КП

«Харьковские тепловые сети», г. Харьков, Украина

**Бондаренко Анатолий Иванович**, вед. инженер Орджоникидзевского филиала КП «Харьковские тепловые сети», г. Харьков, Украина**УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТПУЩЕННОГО ТЕПЛА ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ВЫБОРЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИЛЫХ ДОМОВ И ПОЛНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КВАРТАЛА**

*В статье рассматривается расчетный экономический эффект от результата перевода группы жилых домов с устаревшими внутридомовыми бойлерами горячего водоснабжения на централизованное горячее водоснабжение с установкой современного оборудования и реконструкцией внутриквартальной сети, с заменой труб теплоснабжения на бесканальную прокладку труб отопления в ППУ и прокладку труб горячего водоснабжения «Изопрфлекс».*

**Андреев Сергій Юрійович**, канд. техн. наук, проф., генеральний директор

КП «Харківські теплові мережі», м. Харків, Україна

**Федоров Олександр Павлович**, канд. техн. наук, начальник Орджонікідзевського філіалу

КП «Харківські теплові мережі», м. Харків, Україна

**Бондаренко Анатолій Іванович**, провід. інженер Орджонікідзевського філіалу КП «Харківські теплові мережі», м. Харків, Україна,**ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДПУЩЕНОГО ТЕПЛА ПРИ ОПТИМАЛЬНОМУ ВИБОРІ КІЛЬКОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ І ПОВНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГОРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ КВАРТАЛУ**

*У статті розглядається розрахунковий економічний ефект від результату переведення групи житлових будинків із застарілими внутрішньобудинковими бойлерами гарячого водопостачання на централізоване гаряче водопостачання з установкою сучасного устаткування і реконструкцією внутрішньоквартальної мережі, із заміною труб теплопостачання на бесканальную прокладку труб опалювання в ППУ і прокладці труб гарячого водопостачання «Ізопрфлекс».*

**Andreev Sergey Jurevich**, Cand. Sc. (Eng), Prof., general director

Communal enterprise «Kharkovskie teplovye seti», Kharkov, Ukraine

**Fedorov Aleksandr Pavlovich**, Cand. Sc. (Eng), chief Ordzhonikidzevskogo branch of the Communal enterprise

«Kharkovskie teplovye seti», Kharkov, Ukraine

**Bondarenko Anatoliy Ivanovich**, leading engineer Ordzhonikidzevskogo branch of the Communal enterprise «Kharkovskie teplovye seti», Kharkov, Ukraine**BETTER EFFICIENCY OF SUPPLIED HEAT UNDER OPTIMUM CHOICE OF NUMBER OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND COMPLETE RECONSTRUCTION OF DISTRICT HOT WATER SUPPLY SYSTEM**

*The paper considers expected economic benefit due to transfer of a group of residential buildings with obsolete domestic heat water supply boilers to centralized heat water supply accompanied by installation of modern equipment and reconstruction of block network and replacement of heat supply pipes for trenchless heat supply pipes laying in PU foam jacket and laying of Isoproflex hot water supply pipes.*

**Введение**

На сегодняшний день в теплоснабжающих предприятиях политика энергосбережения является приоритетным направлением развития систем теплоснабжения. Фактически на каждом предприятии, различных форм собственности, составляются, утверждаются и воплощаются в жизнь планы энергосбережения и повышения энергоэффективности. В Украине приняты ряд законов, касающихся энергосбережения, составлен план развития энергетики страны на ближайшие 15 лет, направленный на увеличение доли использования альтернативных источников энергии, энергоэффективных технологий и повышения её энергоэффективности в общем. Во всех сферах деятельности в нашем государстве стремятся уменьшить энергопотребление и, в том числе, потери энергии. Система теплоснабжения г.

Харькова, как одного из наиболее крупных городов Украины, не исключение. Она довольно велика и громоздка, потребляет колоссальные объемы энергии, и, при этом, происходят не менее колоссальные потери тепла и энергии.

В г. Харькове главным поставщиком тепловой энергии является коммунальное предприятие «Харьковские тепловые сети», которое в свою очередь ставит вопросы энергоэффективности во главу угла и стремится идти в ногу с передовыми технологиями.

В данной статье рассмотрен вариант увеличения энергоэффективности и уменьшения энергопотребления путем оптимизации количества подключаемых жилых домов при обустройстве централизованного горячего водоснабжения, применяемым КП «ХТС» на протяжении нескольких лет.

Оптимальный выбор количества жилых домов, подключенных к новому ЦТП, зависит от многочисленных факторов:

- компактности расположения жилых домов;
- недостаточно располагаемых напоров для нормальной работы элеваторных узлов конечных потребителей;
- наличия близко проходящих транзитных трубопроводов холодной воды и теплоносителя, достаточной пропускной способности;
- возможности закольцовки или установки теплообменников на конечных потребителях при необходимости подогрева горячей воды.

Как пример, предлагается рассмотреть обустройство централизованных тепловых пунктов по выработке ГВС, с учетом всех оговоренных выше факторов, в Орджоникидзевском районе г. Харькова.

Данный район города выбран в связи с тем, что практически вся центральная часть района застроена в 30-60-е годы, а это, в основном, 4–5 этажные жилые дома с внутридомовыми кожухотрубными бойлерами без регуляторов температуры и непредусмотренного при строительстве циркуляционного трубопровода горячей воды.

Централизованное горячее водоснабжение от ТЭЦ-4 на территории завода «ХТЗ» (93 жилых дома, 15250 жильцов, расстояние до конечного потребителя – 1670 м) переподключено к вновь построенной ЦТП-«Фрунзе-17Б» в 2007 г. В условиях, когда во многих квартирах установлены счетчики горячей воды, а современные стиральные машины приспособлены для работы на холодной воде, расход горячей воды заметно снижается, следовательно, снижается и скорость движения воды в трубопроводах сети, и увеличивается время прохождения, что способствует остыванию горячей воды у отдаленных от ЦТП потребителей. При высоких тарифах потребитель более жестко требует получения горячей воды ожидаемых параметров, и, зачастую, теряя терпение, обращается на предприятие с жалобами.

За последние несколько лет силами КП «ХТС» 34 жилых дома Орджоникидзевского филиала (из 100 домов) переведены с горячего водоснабжения от внутридомовых бойлеров на централизованное горячее водоснабжение, с устройством двух новых ЦТП для 10-ти и для 6-ти жилых домов, другие десять и восемь жилых домов подключены к существующим ЦТП.

Новые ЦТП оборудуются пластинчатыми теплообменниками типа «Данфосс», современными регуляторами температуры, повысительными насосами горячей воды с частотным регулированием, узлами учета горячей воды, разводкой внутриквартальной сети ГВ из теплоизолированных труб бесканальной прокладки типа «Изопрфлекс-А», при возможности закольцовки конечного близко расположенного потребителя.

Результаты после 3–6 летней эксплуатации вполне приемлемые: заметное снижение жалоб жильцов по отоплению и горячей воде, непроизводительный расход теплоносителя снижается до 50 %, и завышенная температура обратного теплоносителя снижается до значений температурного графика и ниже, улучшается гидравлика работы элеваторных узлов систем отопления, расходы на профилактику, затруднительный ремонт старых сильнозакипевших внутридомовых бойлеров исключается.

Ниже приводится пример по полученному экономическому эффекту от устройства нового ЦТП - «Л.Пастера-200» с новым оборудованием и полной заменой старых и прокладкой новых труб отопления ППУ и ГВ «Изопрофлекс».

Реконструкция квартала ЦТП - «Л.Пастера-200» выполнена в 2008 г. Состоит из трех девятиэтажных жилых домов и трех пятиэтажных общежитий, с общим количеством жильцов  $1350 + 1800 = 3150$  ж., нагрузкой  $Q_{гв} = 2,800$  Гкал/час. Удаленность конечного потребителя в двухтрубной подземной прокладке диаметром  $2d_{от} 219$  мм, длиной 317 м, и участок ГВ диаметром  $d_{гв} 219$  мм, длиной 204 м.

Причинами реконструкции являются: непригодность оборудования ЦГВ в техподполье общежития по бул. И.Каркача, 73, после нескольких заливов фекалиями, и физически изношенное оборудование другого ЦГВ в техподполье жилого дома по бул. И. Каркача, 81, не ремонтнопригодность регуляторов температуры.

План реконструкции предусматривал демонтаж в двух техподпольях старого малопригодного теплообменного оборудования и установку нового современного, на все шесть домов, в техподполье жилого дома по ул. Л. Пастера, 200, (ближе к источнику тепла и холодной воды, с достаточной пропускной способностью), более рациональную перекладку существующих и прокладку новых внутриквартальных сетей из труб ППУ и «Изопрофлекс». Протяженность участков прежней прокладки теплоснабжения  $2d_{219}$  и ГВ диаметром  $d_{219}$ , длиной  $334 м + 124 м$  сократилась при  $2d_{219}$  до длины 81м.

#### Расчетная часть\*

Максимальный часовой расход горячей воды при однородных потребителях определяется по формуле:

$$q_{hr,u}^h = q_{hr,m}^h \times K_h, \text{ где:}$$

$q_{hr,m}^h$  – средний расход воды в час на одного потребителя за неделю отопительного периода (л/ч),

$K_h$  – коэффициент часовой неравномерности равный 2,25 и 2,2 (принимается по справочнику Щекина Р. В.).

По нормам расхода воды (СниП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация») часовой расход на одного жителя составляет:

1) для жилых домов:

$$q_{hr,m}^h = \frac{105 л/с \times 6 + 120 л/с}{7 сут \times 20 ч} = 5,36 л/ч \times \text{житель}$$

2) для общежития:

$$q_{hr,m}^h = \frac{80 л/с \times 6 + 90 л/с}{7 сут \times 20 ч} = 4,07 л/ч \times \text{житель}$$

#### Отапливаемый период.

Максимальный расход трех жилых домов за один час:

$$(1) \quad - q_{hr,u}^h = 1350 \times 5,36 л/ч \times 2,25 \times 10^{-3} = 16 м^3/ч;$$



Рис. 1. График расчетного расхода горячей воды за сутки ( $408 м^3/с$ )

\* Расчетная часть приведена по методике: Староверов И. Г. «Справочник проектировщика», часть 2. Водопровод и канализация. Москва. Стройиздат-1990 г.

Максимальный расход трех общежитий за один час:

$$(2) \quad - q_{hr,u}^h = 1800 \times 4,07 \text{ л/ч} \times 2,2 \times 10^{-3} = 16 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr,u}^h = 16 \text{ м}^3/\text{ч} + 16 \text{ м}^3/\text{ч} = 32 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (макс.)}$$

Суммарный расчетный расход за сутки составляет 408 м<sup>3</sup>/сут.

Расчетный необходимый тепловой поток для приготовления горячей воды в зимнее время, приходящийся на сутки при централизованном водопотреблении составляет:

$$Q_{гв} = 408 \times (55^\circ - 5^\circ) (1 + 0,15) \times 10^{-3} = 23,46 \text{ Гкал/сут.}$$

Расчетный тепловой поток для приготовления горячей воды в зимнее время, приходящийся в сутки при существующих бойлерах без регуляторов температуры составляет:

$$Q_{гв} = 32 \times 24 (55^\circ - 5^\circ) (1 + 0,15) \times 10^{-3} = 44,16 \text{ Гкал/сут.}$$

Количество непроизводительно затраченного тепла в сутки, при горячем водоснабжении от существующих бойлеров, составляет:

$$44,16 \text{ Гкал} - 23,46 \text{ Гкал} = 20,7 \text{ Гкал/сут.}$$

При себестоимости одной гигакалории 281,19 грн./Гкал, это стоит:

$$20,7 \text{ Гкал/сут.} \times 281,19 \text{ грн/Гкал} = 5820 \text{ грн/сут.}$$

За отопительный период (189сут.) сумма составляет:

$$5\,820 \text{ грн/сутки} \times 189 = 1\,099\,980 \text{ грн/от. период}$$

#### **Летний период.**

Суммарный расход за сутки составляет:

$$408 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 0,8 = 326,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетный необходимый тепловой поток для приготовления горячей воды в летний период, приходящийся на сутки при централизованном водопотреблении, составляет:

$$Q_{гв} = 326,4 \times 0,8 \times (55^\circ - 15^\circ) \times 10^{-3} = 13,06 \text{ Гкал/сут.}$$

Расчетный тепловой поток для приготовления горячей воды в летний период, приходящийся в сутки при существующих бойлерах без регуляторов температуры, составляет:

$$Q_{гв} = 32 \times 24 \times 0,8 \times (55^\circ - 15^\circ) \times 10^{-3} = 24,58 \text{ Гкал/сут.}$$

Количество непроизводительно затраченного тепла в сутки, при горячем водоснабжении от существующих бойлеров:

$$24,58 \text{ Гкал} - 13,06 \text{ Гкал} = 11,52 \text{ Гкал/сут.}$$

При себестоимости одной гигакалории 281,19 грн/Гкал, это стоит:

$$11,52 \text{ Гкал/сут.} \times 281,19 \text{ грн/Гкал} = 3\,239 \text{ грн/сут.}$$

За летний период (161 сут.) составляет:

$$3\,239 \text{ грн/сутки} \times 161 = 521\,479 \text{ грн/л. период}$$

За весь год стоимость непроизводительных затрат составит:

$$1\,099\,980 \text{ грн/от. период} + 521\,479 \text{ грн/л. период} = 1\,621\,459 \text{ грн/год.}$$

Теплопотери от труб отопления и горячего водоснабжения в отопительный период:

– за сутки:

$$67\,358 \text{ ккал/ч} \times 24 = 1\,616\,592 \text{ ккал/сут.};$$

– за отопительный период:

$1\,616\,592 \text{ ккал/сут.} \times 189 = 305\,535\,888 \text{ ккал/от.п., или } 305,536 \text{ Гкал/за отопит. период.}$

Теплопотери от труб горячего водоснабжения в летний период:

– за сутки:

$$39\,100 \text{ ккал/ч} \times 24 = 938\,400 \text{ ккал/сут.};$$

Таблица 1

Тепловые потери трубопроводов внутриквартальной сети до реконструкции

Трубы диаметр 200, д.г.в., мм	Длина участ- ков, м	Удельные потери в отопи- тельный период, ккал/(м×ч)	Коэффи- циент β, местных потерь тепла	Коэффици- ент от при- менения труб ППУ, «Изопро- флекс»	Тепловые потери в отопитель- ный период, ккал/ч	Удельные потери в летний период, ккал/(м×ч)	Тепловые потери в летний период, ккал/ч
<b>ДО РЕКОНСТРУКЦИИ</b>							
Теплоноситель на отопление и горячее водоснабжение до реконструкции							
219	334	116	1,2	-	46 492	75	30 060
Теплоноситель на отопление до реконструкции							
89	83	71	1,2	—	7 072	—	—
Теплоноситель на отопление после группового элеватора до реконструкции							
159	124	66	1,2	—	504	—	—
108	19	54	1,2	—	1336	—	—
Горячая вода до реконструкции							
219	124	52	1,2	—	7 738	39	5 803
108	83	35	1,2	—	3 486	27	2 689
89	19	32	1,2	—	730	24	547
					Σ 67 358		Σ 39 100

– за летний период:

$$938\,400 \text{ ккал/сут.} \times 161 = 151\,082\,400 \text{ ккал/л.п., или } 151,082 \text{ Гкал/за летн. период.}$$

Теплопотери от труб отопления и горячего водоснабжения за год:

$$305,536 \text{ Гкал/за о. п.} + 151,082 \text{ Гкал/за л. п.} = 456,618 \text{ Гкал/год}$$

Стоимость потерь тепла за год составляет:

$$456,618 \text{ Гкал/год} \times 281,19 \text{ грн/Гкал} = 128\,396 \text{ грн./год}$$

Теплопотери от труб отопления и горячего водоснабжения в отопительный период:

– за сутки:

$$30\,204 \text{ ккал/ч} \times 24 = 724\,896 \text{ ккал/сут.};$$

– за отопительный период:

$$724\,896 \text{ ккал/сут.} \times 189 = 137\,005\,344 \text{ ккал/от.п. или } 137,005 \text{ Гкал/за отопит. период.}$$

Теплопотери от труб горячего водоснабжения в летний период:

– за сутки:

$$10\,061 \text{ ккал/ч} \times 24 = 241\,464 \text{ ккал/сут.};$$

за летний период:

$$241\,464 \text{ ккал/сут.} \times 161 = 38\,875\,704 \text{ ккал/л.п. или } 38,876 \text{ Гкал/за летн. период.}$$

Теплопотери от труб отопления и горячего водоснабжения за год:

$$137,005 \text{ Гкал/за о. п.} + 38,876 \text{ Гкал/за л. п.} = 175,881 \text{ Гкал/год.}$$

Стоимость потерь тепла за год составляет:

$$175,881 \text{ Гкал/год} \times 281,19 \text{ грн/Гкал} = 49\,456 \text{ грн/год.}$$

Таблица 2

Тепловые потери трубопроводов внутриквартальной сети после реконструкции

Трубы диаметр 2dot. дг.в., мм	Длина участ- ков, м	Удельные потери в отопи- тельный период ккал/(м×ч)	Коэффи- циент β, местных потерь тепла	Коэффици- ент от при- менения труб ППУ, «Изопро- флекс»	Тепловые потери в отопи- тельный период, ккал/ч	Удельные потери в летний период, ккал/(м×ч)	Тепловые потери в летний период ккал/ч
		ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ					
	Теплоноситель на отопление и горячее водоснабжение, безканальная прокладка труб в ППУ						
219	81	116	1,2	0,7	7 893	75	5 103
159	19	95	1,2	0,6	1 300	61	834
	Теплоноситель на отопление, прокладка труб в ППУ						
133	62	85	1,2	0,6	3 794	–	–
108	102	78	1,2	0,6	5 728	–	–
76	127	66	1,2	0,6	6 035	–	–
(двн.)	Горячая вода, прокладка труб «Изопрофлекс»						
140/180 (112,8)	81	38 20,9	1,2	0,6	1 220	15,7	916
110/145 (88)	64	35 20,8	1,2	0,6	958	15,7	723
90/125 (72)	119	32 15,8	1,2	0,6	1 354	12	1 028
75/110 (60,3)	170	30 15,7	1,2	0,6	1 922	11,9	1 457
					Σ 30 204		Σ 10 061

Экономия за счет перекладки новых труб ППУ меньшего диаметра и новой прокладки труб горячего водоснабжения «Изопрофлекс» составит:

$$128\,396 - 49\,456 = 79\,136 \text{ грн/год}$$

В сумме с непроизводительно затраченным теплом в старых внутридомовых бойлерах экономия составит:

$$1\,624\,459 \text{ грн/год} + 78\,940 \text{ грн/год} = 1\,700\,400 \text{ грн/год}$$

Таким образом, на приведенном примере можно видеть результаты перевода отдельных групп жилых домов (шесть домов) на централизованное горячее водоснабжение с бесканальной перекладкой труб ППУ и «Изопрофлекс», которая дает ощутимую экономию.

#### Список литературы

1. Староверов И. Г. «Справочник проектировщика», часть 2. Водопровод и канализация. Москва. Стройиздат-1990 г.

#### References

1. Staroverov, I.G. (1990), *Designer's guide. Part 2. Water supply and sewage [Spravochnik Proektirovshchika. Chast Vodoprovod i kanalizatsiya]*, Stroyizdat, Moscow

Поступила в редакцию 12.08 2014 г.